

[EMBODIMENT]

An embodiment of the present invention will be hereafter described in detail by referring to the drawings.

Fig. 1 shows three rotating shafts 1, 2 and 3 of a robot arm (not shown), which are rotatably supported concentrically with the central axis "a" of the arm. A lower end of each of shafts 1 and 2 is connected to a motor and a speed reducer, and a lower end of the shaft 3 is connected only to the motor. A first end member 4 which has an opening 4a formed on an upper end thereof in the direction of an axis "b" having an angle of α to the axis "a," is fixed on an upper end of the shaft 1. A bevel gear 2a is formed on an upper end of the shaft 2. A bevel gear 5 is fixed on the shaft 3. Further, a shaft 4b is formed in the first end member 4, and a bevel gear 7 is fixed on an end part of the shaft 4b.

A center member 6 is rotatably supported via a bearing 8 in an opening 4a of the first end member 4, and a bevel gear 9 is fixed on an end part of the center member 6. The bevel gear 9 meshes with the bevel gear 2a. A shaft 10, which rotates about the axis b, is supported via a bearing in the shaft 4b. A bevel gear 12 and a bevel gear 25 are fixed on one and the other ends of the shaft 10, and the bevel gear 12 meshes with the bevel gear 5.

A second end member 13 is supported in an opening 6a of an upper end of the center member 6 so as to be rotatable about the axis "c" having an angle of β to the axis "b." A bevel gear 14 is fixed on an end part of the second end member 13 so as to mesh with the bevel gear 7. Further, a shaft 15 rotatable about the axis "c" is supported via a bearing 16 in the second end member 13, and a bevel gear 17 and a bevel gear 18 are fixed on one and the other ends of the shaft 15. The bevel gear 17 meshes with the bevel gear 25.

A shaft 20 is supported via a bearing 19 in the second end member 13, and a bevel gear 21 that meshes with the bevel gear 18 is fixed on one end of the shaft

20. The rotation of the shaft 20 is transmitted to a speed reducer (which has input and output axes concentrically disposed, e.g., a harmonic drive) provided at the tip of the second end member 13, and the speed of the rotation is reduced, thereafter driving a shaft 23 supported via a bearing 24 about the axis "d."

In addition, the first end member 4, the center member 6, and the second end member 13 are provided with openings 4c, 6b, and 13a, respectively, and covers 27, 31, and 35 are fixed outside these openings via supporting plates 26, 30, and 34. Fig. 3 shows the structure of the cover 31. The cover 31 has a dual structure, which comprises cylindrical members 31c and 31c'. One end of each of the cylindrical members is fixed on a cover member 31a or 31a', which is formed by cutting a cylinder so as to have a cut surface at a certain angle and has a brim 31b or 31b'. The other end of each of the cylindrical members is fixed on a flange member 31d or 31d'. A screw part 31e is provided inside the cylindrical members 31c and 31c' for screwing a stopper 33 thereinto. Covers 27 and 35 are also fixed on the first and second end members 4 and 13, respectively, in the same manner as described above.

Next, the movement of the wrist mechanism according to the above embodiment will be described. The rotation of shafts 1 and 2 for transmitting speed-reduced rotation is transmitted to two pairs of gear mechanisms, bevel gears 2a and 9, and bevel gears 7 and 14, thereby enabling flexible bending movements in any direction. Namely, when the first end member 4 remains stationary and the rotating shaft 2 is rotated, the center member 6 rotates about the axis "b" since the bevel gear 2a on the upper end of the rotating shaft 2 meshes with the bevel gear 9 of the center member 6. Further, when the shaft 2 remains stationary and the first end member is rotated, the second end member 13 rotates about the axis "c" since the bevel gear 7 meshes with the bevel gear 14. With a power transmission mechanism comprising bevel gears: 5 and 12, 25 and 17, and 18 and 21; and intermediate shafts 10, 15, and 20 provided via bevel gears, a third degree of freedom different from the above second degree of freedom can be provided to

the tip of the wrist mechanism.

Furthermore, covers 27, 31, and 35 are fixed to members containing pairs of bevel gears: 5 and 12; 25 and 17; and 18 and 21 so as to cover respective pairs after all the gears are adjusted. The relative positions between covers 27, 31 and 35, and respective gear meshes remain unchanged regardless of the posture of the wrist mechanism, and a certain narrow space can constantly be secured around the rim of the gears. Therefore, lubricant grease can be prevented from being scattered from these pairs of gears that rotate at a relatively high speed. The inside of these covers can easily be communicated with the outside when a stopper 33 is removed, therefore making grease refill and exchange easy.

4. BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Figs. 1 to 3 show one embodiment of the present invention. Fig. 1 is an overall view of a longitudinal cross-section of the embodiment. Fig. 2 is a schematic diagram showing the relationships concerning angles among rotating axes of the embodiment. Fig. 3 is a perspective view showing an outer appearance of cover members. Figs. 4 to 6 are side views showing movements of a wrist mechanism according to one conventional example.

1, 2, 3.....rotating shafts; 4.....first end member; 6.....center member; 13.....second end member; 27, 31, 35.....covers; 31a, 31a'.....cover members; 31c, 31c'.....cylindrical members; 31d, 31d'.....flange members

3

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-288690

⑮ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)11月25日

B 25 J 17/02

C-8611-3F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 手首機構

⑯ 特 願 昭62-123006

⑰ 出 願 昭62(1987)5月20日

⑱ 発 明 者 大 谷 行 雄 神奈川県川崎市川崎区観音2-14-10 トキコ観音社宅
⑲ 出 願 人 トキコ株式会社 神奈川県川崎市川崎区富士見1丁目6番3号
⑳ 代 理 人 弁理士 志賀 正武 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

手首機構

2. 特許請求の範囲

(1) 中央部材とその両端の第1・第2端部材との3部材を、各部材の軸線が互いに交差する方向に、向付てに互いに回転自在に連結し、各部材を相対回転させることにより、前記第2端部材の先端の回転部材を3次元空間内の所期位置に導くようになした手首機構において、前記第2端部材の前記回転部材を第2端部材の先端内部に設定した減速機構の低速出力側に連結し、減速機構の高速入力側に連結する中間軸と、手首機構本体を構成する前記各部材の各回転軸線部にそれぞれ回転自在に設けられた伝動軸との間にそれぞれ歯車機構を設けるとともに、伝動軸の基端部を動力源にモーターに連結してなることを特徴とする手首機構。
(2) 前記中央部材および第1・第2端部材には、

それぞれ、前記中間軸および伝動軸間の歯車機構を覆うカバーが設けられたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の手首機構。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は産業用ロボットの手首機構に係り、特に塗装、シーリング作業用ロボットに用いるに好適な手首機構に関する。

[従来の技術および問題点]

一般に産業用ロボットのアームには屈曲自在な手首機構が設けられている。

このような手首機構とその動作状態の概略を第4図～第6図により説明すると、産業用ロボットのアーム(図示略)の中心軸線と同一直線上には、該アームに対して回転自在に設けられた円筒状の第1端部材aと、第1端部材aの上部に傾斜した状態で回転可能に設けられた円筒状の中央部材bと、中央部材bの上部に前記第1端部材aと異なる方向に傾斜した状態で回転可能に設けられた第2端部材cとによって手首機構本体が構成されて

いる。このような構成のもとに、第1端部材aと第2端部材cとの相対回転を阻止しておき、かつ第1端部材aを固定し、中央部材bを第1軸dを中心に第1の回転駆動機構(図示略)により回転させる。すると、第2の端部材cは回転せずに中央部材bに倣って、第1端部材aの軸線eの横方向に第5図に示すように変位する。この状態で第1端部材aを第2の回転駆動機構(図示せず)により回転させ、同時に中央部材bを回転させれば、第2端部材cは前記横方向の反対側へ変位する。

上記の自由度を有する手首機構は特開昭61-95893号公報に開示されている。この機構に更に自由度を付加したものがその後開発された。

すなわち、第2端部材の先端に独立した1自由度をもつように回転軸fを付加したもので、前記の機構を基本として第2端部材cの先端に空間部を設け、ここに前記回転軸fを駆動するための駆動モーターと減速機とからなる作業装置を収容して構成したものである。

この作業装置には、必然的に、電力を供給する

構を構成する各部材の相対回転に伴って、ケーブルにねじれや曲げが生じその耐久性に影響を及ぼし、あるいは、手首機構の回転を制限して動作範囲を狭くするという問題がある。また、特に、塗装作業場など引火性気体のある所での使用は、モーターを防爆型にする必要があり、この部分にモーターを配置することはこの面からも好ましくなかった。さらに、モーターのような重量物が手首機構の先端部にあると、該部分の慣性モーメントが大きくなり、防爆構造にした場合には一層その傾向が助長されることになる。

また、スリッピングとブラシとを使用してケーブルに損れを防止する機構を採用した場合であっても、手首機構の先端部に重量のあるモーターを内蔵することによりはなくなり、前記諸問題を解決し得るものではなかった。

さらにまた、第2端部材におけるモータを省略したものは、前記手首機構先端部の重量を軽減し小型を計ることに成功し、また、防爆性の要求をも満たすものである。しかしながら、減速

ためのケーブルが接続されるが、内部の作業装置に接続されているケーブルは、第2端部材cの壁を貫通している貫通孔を経て外部に導かれ、手首機構本体の外周面に沿わせて後方に導かれている。

また、前記従来例のほかに、手首機構本体を構成する第1・第2端部材a・cおよび中央部材bとが互に対面する円筒面の所に、いわゆるスリッピングとブラシとからなる接続機構を設けて、手首機構内に配線することにより、ケーブルの引き回しをなくした方式のものも提案されている。

さらにまた、従来の他の形式のものとして、先端作業装置に含まれているモーターおよび減速機と、前記手首機構を駆動するためのモーター、減速機をすべてロボットのアームの後方に位置させて構成したものがある。このものにおいては、手首機構先端の重量軽減と小型化が図られている。(特開昭61-168485号公報参照)。

上記各従来装置の内、モーターを第2端部材内に収容してなるものは、前記したように手首機構本体に沿わせて配線せざるを得ないから、手首機

構を後方に移動させたために、次の欠点を併せ持つこととなった。それは、動力の伝達域が遠く離れ、しかも、途中手首機構の運動を行う複雑な歯車機構の中を通して伝達するので、手首を構成する各軸を中心とする動作にともなって先端の軸の回転角度を補正することが必要であり、また、減速後の大きなトルクを伝達するには、伝達用の歯車、カウンターシャフト等に大きな強度、あるいは、剛性が必要とされる。また、各歯車機構のバックラッシュの影響がその出力軸の先端に出るため、微妙な調整が必要になる。

本発明は上記従来産業用ロボットの手首機構が持つ欠点を解消することを目的として提案されたものである。

[問題点を解決するための手段]

本発明はその目的を達成するために次のような構成によった。

すなわち、中央部材とその両側の第1・第2端部材が直列に連結され、その各部材の内部空所内に設けた歯車機構を介して第2端部材の外部に突

出させた回転部材を3次元の所期位置に導くようになしてある産業用ロボットの手首機構において、前記第2端部材の前記回転部材が第2端部材の先端内部に設定した減速機構の低速出力側に連結され、一方、減速機構の高速入力側に連結する中間軸が手首機構本体を構成する部材の各回転軸線を通してモーターに連結していることを特徴とする構成である。

〔作用〕

上記の構成によれば、第2端部材の先端にモーターを内在させないで、これを減速機と分離してロボットのアーム側に置き、モーターと距離の離れている減速機は中間軸を介して連結してあるが、高速であるから同一出力でもトルクは小さくなっている。従って剛性は左程要求されず、バックラッシュの調整も必要とされない。また、重いモーターが取り除かれているので慣性モーメントも必然的に小さくなる。

〔実施例〕

以下本発明の一実施例を図面につき詳述する。

端部材13が軸bに対し角度 β をなす軸cを中心に回転自在に支持されている。該第2端部材13の端部にはかさ歯車14が固定され、前記かさ歯車7と噛合っている。また第2端部材13には軸cまわりに回転する軸15が軸受16を介して支持され、軸15の両端にはかさ歯車17、18がそれぞれ固定され、さらにかさ歯車17は前記かさ歯車25と噛合っている。

前記第2端部材13には軸受け19を介して軸20が支持され、軸20の一端には、前記かさ歯車18と噛合うかさ歯車21が固定されている。前記軸20の回転は、第2端部材13の先端に設けた減速機（例えばハーモニックドライブのような入出力軸が同心状に配置された減速機）に入力され、減速後、軸受24を介して支持された軸23をd軸まわりに駆動するようになっている。

また、第1端部材4、中空部材6、第2端部材13にはそれぞれ開口部4c、6b、13aが設けられ、これらの外側には、支持板26、30、34を介して、カバー27、31、35が固定さ

第1図において、ロボットアーム（図示せず）には、アームの中心軸aと同心に3本の回転軸1、2、3が回転自在に支持されている。軸1、2の下端にはそれぞれモーター、減速機が接続され、軸3にはモーターのみが接続されている。軸1の上端には、上端に軸aと角度 α をなす軸b方向に向かう開口部4aを有する第1端部材4が固定されている。軸2の上端には、かさ歯車2aが形成されている。軸3にはかさ歯車5が固定されている。また第1端部材4には軸4bが形成され、該軸4bの端部にはかさ歯車7が固定されている。

前記第1端部材4の開口部4aには中央部材6が軸受8を介して回転自在に支持され、該中央部材6の端部にはかさ歯車9が固定されている。そして該かさ歯車9は前記かさ歯車2aと噛合っている。また軸4bの内部には軸bまわりに回転する軸10が軸受けを介して支持され、軸10の両端にはかさ歯車12、25がそれぞれ固定され、かさ歯車12には前記かさ歯車5が噛合っている。

前記中央部材6の上端の開口部6aには、第2

端部材13が軸bに対し角度 β をなす軸cを中心に回転自在に支持されている。該第2端部材13の端部にはかさ歯車14が固定され、前記かさ歯車7と噛合っている。また第2端部材13には軸cまわりに回転する軸15が軸受16を介して支持され、軸15の両端にはかさ歯車17、18がそれぞれ固定され、さらにかさ歯車17は前記かさ歯車25と噛合っている。

次に前記一実施例の手首機構の動作を説明すれば、減速後の回転を伝える軸1、軸2の回転は、かさ歯車2a、9とかさ歯車7、14の2組の歯車機構に伝えられ、任意の方向へのフレキシブルな曲げ動作を可能にしている。すなわち、第1端部材4を固定し、回転軸2を回転させれば回転軸2上端のかさ歯車2aが中央部材6のかさ歯車9と噛合っているため中央部材6は軸bまわりに回転する。また軸2を固定し第1端部材を回転する

と、かさ歯車7、14が噛合っているので第2端部材13は軸cまわりに回転する。また、それぞれのかさ歯車を通して設けられている中間軸10、15、20とかさ歯車5、12、かさ歯車25、17およびかさ歯車18、21からなる動力伝達機構により、上記2自由度とは独立した第3の自由度を手首の先端に設けることができる。

また、カバー27、31、35は全ての歯車を調節した後にかさ歯車5、12、かさ歯車25、17、かさ歯車18、21のそれぞれの対を覆うように、それぞれの対を内部に含む部材に固定するもので、歯車の噛合い部とカバー27、31、35の相対位置は手首機構の姿勢によらず一定で、歯車の外周に常に一定の狭い空間を確保することができる。そのため比較的高速で回転するこれ等歯車対の潤滑油グリスの飛散を防止する、これ等のカバー内はプラグ33を取り外せば容易に外部と連通するのでグリスの補充交換は容易である。

[効果]

本発明によれば、下記の効果が得られる。

材、31c・31c'……円筒部材、31d・31d'……フランジ部材。

出願人 トキコ株式会社

(a) 手首機構の先端に重くして場所を取るモーターを取りつける必要はなく、慣性モーメントを小さくとれるとともに、作業性が著しく向上する。

(b) モーターを手首機構の先端に設ける必要がないから、モーター用ケーブルの耐久性を心配することもなく外観もスリムである。

(c) 高速低トルクの回転を伝導するので、歯車、中間軸等の剛性の低下、およびバックラッシュの増加を防ぐことができる。

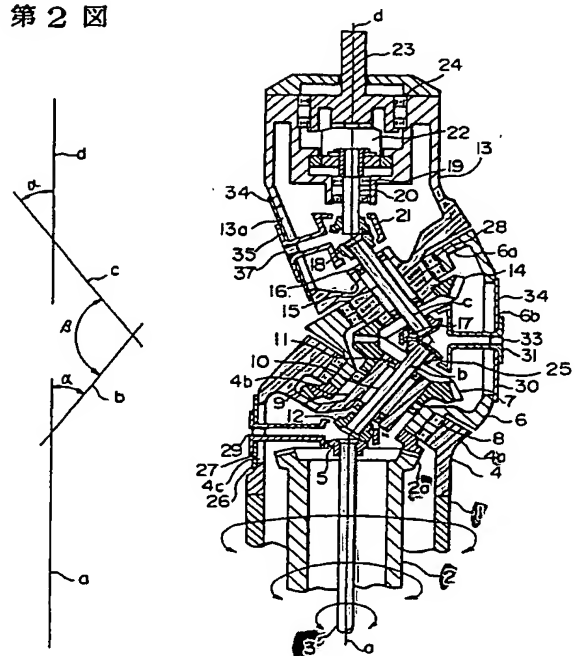
4. 図面の簡単な説明

第1図ないし第3図は本発明の一実施例を示すもので、第1図は全体縦断面図、第2図はその回転中心軸の角度関係を示す模型図、第3図はカバー部材の外観を示す斜視図、第4図ないし第6図は、それぞれ一従来例における手首の動作を示す側面図である。

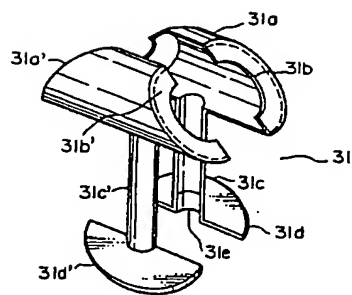
1・2・3……回転軸、4……第1端部材、6……中央部材、13……第2端部材、27・31・35……カバー、31a・31a'……カバー部

第1図

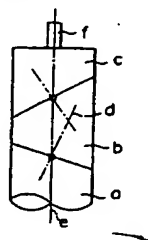
第2図



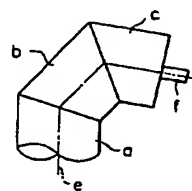
第3図



第4図



第5図



第6図

